

УДК 62-681

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УТИЛИЗАЦИИ ТЕПЛОТЫ УХОДЯЩИХ ГАЗОВ КОТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК С ГЛУБОКИМ ОХЛАЖДЕНИЕМ ПРОДУКТОВ СГОРАНИЯ

**В. А. Вавилов¹, С. С. Черепанов², И. И. Фахразиев³, М. Е. Хвалько⁴,
Д. А. Хворенков⁵**

^{1,2,3,4,5} Ижевский государственный технический университет
имени М. Т. Калашникова, Ижевск, Россия

¹ ya.vavilon467@gmail.com

Аннотация. Произведен предварительный расчет работы теплообменника уходящих газов в нескольких конфигурациях для котельных установок свыше 8 МВт. Рассмотрены сопутствующие факторы работы теплообменника.

Ключевые слова: теплообменник, котел, котельная, экология, эффективность, дымоход, энергоэффективность

DEVELOPMENT OF A HEAT RECOVERY SYSTEM FOR EXHAUST GASES OF BOILER PLANTS WITH DEEP COOLING OF COMBUSTION PRODUCTS

**V. A. Vavilov¹, S. S. Cherepanov², I. I. Fakhraziev³, M. E. Khvalko⁴,
D. A. Khvorenkov⁵**

^{1,2,3,4,5} Kalashnikov Izhevsk State Technical University, Izhevsk, Russia

¹ ya.vavilon467@gmail.com

Abstract. A preliminary calculation of the operation of the flue gas heat exchanger in several configurations for boiler plants over 8 MW has been performed. The accompanying factors of the heat exchanger operation are considered.

Keywords: heat exchanger, boiler, boiler room, ecology, efficiency, chimney, energy efficiency

Сегодня развитие энергетического комплекса сконцентрировано на повышении энергетической и экологической эффективности

применяемого оборудования [1–4]. Так, за счет повышения энергоэффективности можно добиться снижения тепловпотерь. В настоящей работе изучается возможность применения теплообменных аппаратов для охлаждения и утилизации теплоты уходящих газов котельных. В качестве примера рассматривается котельный агрегат с номинальной мощностью вырабатываемой тепловой энергии 8 МВт.

Для предварительного расчета был выбран теплообменник производства компании «Энтророс» (Россия). Рассматриваемый теплообменный аппарат, представленный на рисунке, монтируется на индивидуальный дымоход котла мощностью 8 МВт.

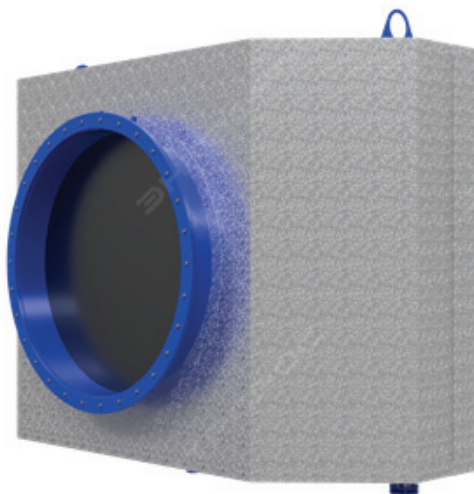


Рис. Теплообменник дымовых газов «Энтророс» [5]

Теплообменник дымовых газов предназначен для сбережения энергии посредством снижения температуры дымовых газов и нагрева обратной котловой воды. При соблюдении всех правил эксплуатации прирост коэффициента полезного действия (КПД) составляет до 5 %. Это значительно сократит время окупаемости отопительного оборудования и снизит затраты на топливо [5].

Установка теплообменника обеспечивает уменьшение температуры уходящих газов на выходе из дымовой трубы, оказывая тем самым влияние на границы санитарно-защитной зоны [6, 7]. Как отмечается в таблице, применяемый теплообменник позволяет использовать котлы любого производства, любой проектируемой схемы подключения и температуры теплоносителя (таблица).

Таблица

Показатели теплообменника, предоставленные
компанией «Энтророс»

№ п/п	Наименование показателя	Данные	
1	Тип котла	ТТ100 8000	
2	Производительность, МВт	8,0	
3	Количество теплообменных аппаратов (расположение на газоходе), шт.	1	2 (последовательно)
4	Топливо	Природный газ	Природный газ
5	Температурный режим, °С	115–70	
6	КПД котла с теплообменником (ТО), %	96,3	98,3
7	Температура уходящих газов за ТО, °С	104	62
8	Расход топлива, кг/ч (нм ³ /ч)	610 (812)	597 (795)
9	Расход дымовых газов, кг/с	3,33	3,26
10	Аэродинамическое сопротивление котла и теплообменного аппарата, Па	1229	1250
11	Расход воды через котел (при $\Delta t = 25$ °С), м ³ /ч	157,7	157,7
12	Гидравлическое сопротивление котла, Па	575	575
13	Теплообменник (ТО)	ЭФ.152.007.000	ЭФ.152.007.000×2
14	Производительность ТО, кВт	288	438
15	Температура уходящих газов перед ТО, °С	173	171
16	Аэродинамическое сопротивление ТО, Па	96	168
17	Температура воды на входе в ТО, °С	5	5
18	Температура воды на выходе из ТО, °С	17,2	23,6
19	Температурный перепад, °С	12,2	18,6
20	Расход воды через ТО, м ³ /ч	20	20
21	Гидравлическое сопротивление ТО, Па	841	210

На основе представленных выше данных можно сделать следующие выводы:

1) применение одного теплообменного аппарата позволяет повысить КПД котла с 94,0 до 96,3 %;

2) температурный перепад теплоносителя, проходящего через теплообменный аппарат, не позволяет эффективно использовать полученную энергию;

3) производительность теплообменного аппарата находится на низком уровне (с учетом полной загрузки котлоагрегата).

Применение теплообменных аппаратов позволяет повысить эффективность котельной в целом. При этом низкий температурный перепад теплоносителя, проходящего через аппарат, ограничивает последующее использование полученной энергии уходящих газов. Вследствие этого теплообменный аппарат обладает сравнительно малой производительностью.

Список источников

1. О теплоснабжении [Электронный ресурс] : федеральный закон от 27.07.2010 № 190-ФЗ. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс». URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_102975/ (дата обращения: 03.12.2020).

2. Об охране окружающей среды [Электронный ресурс] : федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс». URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/ (дата обращения: 03.12.2020).

3. ИТС 38–2017. Сжигание топлива на крупных установках в целях производства энергии: информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям [Электронный ресурс]. М. : Бюро НДТ, 2017. 280 с. URL: <https://www.rst.gov.ru/documentManager/rest/file/load/1520858962627> (дата обращения: 03.12.2020).

4. СП 89.13330.2016. Котельные установки. Актуализированная редакция СНиП II-35–76 [Электронный ресурс]. Доступ из электрон. фонда прав. и нормат.-тех. документации «Кодекс». URL: <https://docs.cntd.ru/document/456054199> (дата обращения: 03.12.2020).

5. Теплообменник дымовых газов с КПД до 5 % [Электронный ресурс] // Энтропос. URL: <https://www.entropos.ru/produksiya/kotly-vodogreynye/teploobmennik/> (дата обращения: 03.12.2020).

6. О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения [Электронный ресурс] : федеральный закон от 30.03.1999 № 52-ФЗ. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс». URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_22481/ (дата обращения: 03.12.2020).

7. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200–03. Проектирование, строительство, реконструкция и эксплуатация предприятий, планировка и застройка населенных мест. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс». URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_74669/36efb7f10e494f8d980dd74dc3e626deecb1d1bb/ (дата обращения: 03.12.2020).